

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-50199

(43) 公開日 平成 8 年 (1996) 2 月 20 日

(51) Int.Cl.⁶
G 2 1 F 9/30識別記号 庁内整理番号
5 4 1 A
S
Z A B

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平6-185680

(22) 出願日 平成 6 年 (1994) 8 月 8 日

(71) 出願人 000001199

株式会社神戸製鋼所

兵庫県神戸市中央区脇浜町 1 丁目 3 番 18 号

(72) 発明者 小松 征彦

神戸市中央区脇浜町 1 丁目 3 番 18 号 株式
会社神戸製鋼所神戸本社内

(72) 発明者 和田 隆太郎

神戸市中央区脇浜町 1 丁目 3 番 18 号 株式
会社神戸製鋼所神戸本社内

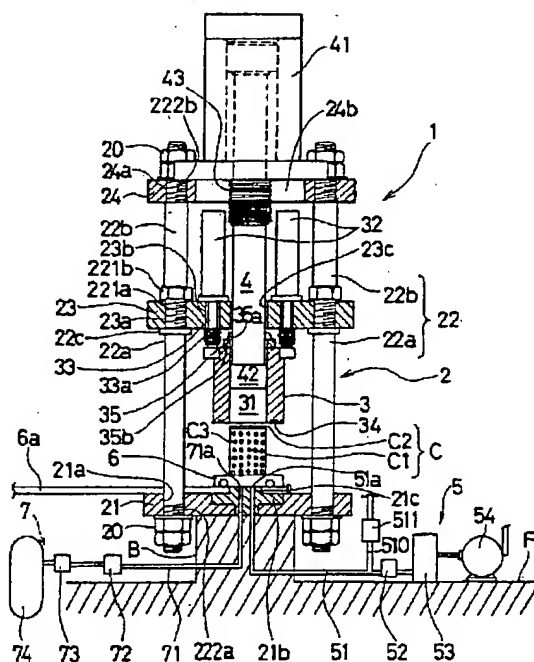
(74) 代理人 弁理士 小谷 悦司 (外 3 名)

(54) 【発明の名称】 ジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の減容処理方法および装置

(57) 【要約】

【目的】 ジルカロイファインに起因した発火を有効に阻止することができるようにする。

【構成】 ジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物をカプセル C 内に封入し、このカプセル C を圧縮して減容処理するジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の減容処理方法であって、上記カプセル C を、カプセル C よりも若干大きい容量を有する密閉室 31 に搬入する搬入工程、カプセル C の搬入された密閉状態の密閉室 31 内の空気を吸引して密閉室 31 内を略真空にする脱気工程、略真空状態の密閉室 31 の容量を減少させてカプセル C を圧縮し減容する圧縮減容工程、および減容したカプセル C を密閉室 31 から搬出する搬出工程から構成された方法およびこの方法を実施するための装置である。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物をカプセル内に封入し、このカプセルを圧縮して減容処理するジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の減容処理方法であって、上記カプセルを、カプセルよりも若干大きい容量を有する密閉室に搬入する搬入工程、カプセルの搬入された密閉状態の密閉室内の空気を吸引して密閉室内を略真空にする脱気工程、略真空状態の密閉室の容量を減少させてカプセルを圧縮し減容する圧縮減容工程、および減容したカプセルを密閉室から搬出する搬出工程からなることを特徴とするジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の減容処理方法。

【請求項2】 ジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物をカプセル内に封入し、このカプセルを圧縮して減容処理するジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の減容処理方法であって、上記カプセルを、カプセルよりも若干大きい容量を有する密閉室に搬入する搬入工程、カプセルの搬入された密閉状態の密閉室内の空気を吸引して密閉室内を略真空にする脱気工程、略真空状態の密閉室内に不活性ガスを供給する不活性ガス供給工程、不活性ガスの供給された密閉室の容量を減少させてカプセルを圧縮し減容する圧縮減容工程、および減容したカプセルを密閉室から搬出する搬出工程からなることを特徴とするジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の減容処理方法。

【請求項3】 ジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物をカプセル内に封入し、このカプセルを圧縮して減容処理するジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の減容処理方法であって、上記カプセルを、カプセルよりも若干大きい容量を有する密閉室に搬入する搬入工程、カプセルの搬入された密閉状態の密閉室内の空気を吸引しながら略真空状態の密閉室内に不活性ガスを供給する不活性ガス供給工程、不活性ガスの供給された密閉室の容量を減少させてカプセルを圧縮し減容する圧縮減容工程、および減容したカプセルを密閉室から搬出する搬出工程からなることを特徴とするジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の減容処理方法。

【請求項4】 ジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物をカプセル内に封入し、このカプセルを圧縮して減容処理するジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の減容処理装置であって、上記カプセルを載置する基台と、この基台に立設された支持枠体と、この支持枠体に支持されて昇降する内部に上下方向に延びる密閉室の形成された筒状体と、上記密閉室の内壁面に摺接して昇降するピストン部材と、上記枠体に支持されかつ上記ピストン部材を昇降させる昇降手段と、上記筒状体が下降してその下縁部が基台の表面に当接した状態で密閉室内の空気を吸引する脱気手段と、カプセルを基台の筒状体に対向した部分に対して搬入出する搬入出手段とから構成され、上記密閉室の最大内容積はカプセルよりも若干大き

2

めに容量設定されていることを特徴とするジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の減容処理装置。

【請求項5】 上記筒状体が下降してその下縁部が基台の表面に当接した状態で密閉室内に不活性ガスを供給する不活性ガス供給手段が設けられていることを特徴とする請求項4記載のジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の減容処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10 【産業上の利用分野】 本発明は、軽水型原子炉用使用済み燃料の再生処理時に、ジルカロイ製の燃料被覆管や、使用済みの金属材等のジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物を減容処理するジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の減容処理方法および装置に関するものである。

【0002】

20 【従来の技術】 ジルカロイは、ジルコニウムを主体とした合金であり、熱中性子の吸収断面積が小さいため、原子炉材料として多用されており、特に原子炉の燃料被覆管用として好んで使用されている。このようなジルカロイからなる燃料被覆管内に装填された例えば軽水型の原子炉用の燃料を再処理するときは、まず、使用済みの燃料棒が装填された燃料被覆管の集合体を分解して単一のものにする。その後それぞれの単一の燃料被覆管を数cm単位に裁断し、得られた細片を溶解槽に投入し、溶解槽内で核燃料物質と、被覆管剪断片（以下ジルカロイハルという）や集合体部品（以下ハードウェアという）とに分離する。

30 【0003】 分離された核燃料物質は再利用のための処理工程に送られるが、ジルカロイハルやハードウェア等の放射性金属廃棄物は、ハル缶と呼ばれるステンレス鋼製の収納容器に発生状態のまま納められ貯蔵設備内に保管される。しかしながら、ジルカロイハル等が収納されたハル缶は、使用済み核燃料の再処理が行われる毎に増加するため、貯蔵設備がすぐに満杯状態になってしまうという問題点を有している。そこで、ジルカロイハル等の放射性金属廃棄物に減容処理を施し、その結果貯蔵空間を少ないものにすることが試みられている。

40 【0004】 ところで、上記放射性金属廃棄物を圧縮減容するに際し、ジルコニウムの合金であるジルカロイ等から多くのファイン（粉塵）が発生するが、このファインは非常に発火性が高いため、圧縮減容を施すに際し大気を遮断することが有効な対策となる。

50 【0005】 そして、大気を遮断する方策として、不活性ガスの雰囲気中や水中で圧縮減容する方法が種々提案されている。前者の不活性ガス雰囲気中では、酸素が存在しないため燃焼は起らないが、従来減容設備を収容した室内のすべてが不活性ガスで置換されるためには、非常に多くの不活性ガスが必要になるという問題点を有していた。

3

【0006】また、後者の水中で圧縮する方法は、発火防止に対しては有効であるが、圧塊片の中に水が封入された状態になり、この封入水を完全に取り去ることは至難であり、従って水が残留した状態で圧塊片が保管されることになるが、保管が長期間に亘ると、水が放射線を受けて放射能を有する水素ガスが発生するなどの不都合が生じる。

【0007】また、近年ジルカロイハルおよびハードウエアをステンレス鋼製の円筒容器に収納して真空脱気後密封し、この円筒容器に収納されたジルカロイハル等を容器ごと機械的に密封状態のシリンダ内でプレス（単軸圧縮）してペレット状に圧縮成形し、複数のペレットをキャニスターと呼ばれる容器に収納して保管する、いわゆるカプセルプレス処理法が注目されるに到っている。このようなカプセルプレス処理法を採用すれば、ジルカロイハルやハードウエアが密封状態で減容されるため、ファインの大気中への飛散が有効に防止され、密封容器内が真空維持されている場合は、発火が有効に抑止されるといわれている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記カプセルプレス処理においては、プレス処理時に円筒容器が破損することがあり、その結果ジルカロイハルのファインが円筒容器からシリンダ内の大気中に漏洩するおそれ考えられる。

【0009】本発明は、上記のような問題点を解決するためになされたものであり、カプセルプレス処理を施すことを前提とし、カプセルが密封されているか否かに拘らずジルカロイファインに起因した発火を有効に阻止することができるジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の減容処理方法および装置を提供することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1記載のジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の減容処理方法は、ジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物をカプセル内に封入し、このカプセルを圧縮して減容処理するジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の減容処理方法であって、上記カプセルを、カプセルよりも若干大きい容量を有する密閉室に搬入する搬入工程、カプセルの搬入された密閉状態の密閉室内の空気を吸引して密閉室内を略真空にする脱気工程、略真空状態の密閉室の容量を減少させてカプセルを圧縮し減容する圧縮減容工程、および減容したカプセルを密閉室から搬出する搬出工程からなることを特徴とするものである。

【0011】本発明の請求項2記載のジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の減容処理方法は、ジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物をカプセル内に封入し、このカプセルを圧縮して減容処理するジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の減容処理方法であって、上記

4

カプセルを、カプセルよりも若干大きい容量を有する密閉室に搬入する搬入工程、カプセルの搬入された密閉状態の密閉室内の空気を吸引して密閉室内を略真空にする脱気工程、略真空状態の密閉室内に不活性ガスを供給する不活性ガス供給工程、不活性ガスの供給された密閉室の容量を減少させてカプセルを圧縮し減容する圧縮減容工程、および減容したカプセルを密閉室から搬出する搬出工程からなることを特徴とするものである。

【0012】本発明の請求項3記載のジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の減容処理方法は、ジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物をカプセル内に封入し、このカプセルを圧縮して減容処理するジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の減容処理方法であって、上記カプセルを、カプセルよりも若干大きい容量を有する密閉室に搬入する搬入工程、カプセルの搬入された密閉状態の密閉室内の空気を吸引しながら略真空状態の密閉室内に不活性ガスを供給する不活性ガス供給工程、不活性ガスの供給された密閉室の容量を減少させてカプセルを圧縮し減容する圧縮減容工程、および減容したカプセルを密閉室から搬出する搬出工程からなることを特徴とするものである。

【0013】本発明の請求項4記載のジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の減容処理装置は、ジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物をカプセル内に封入し、このカプセルを圧縮して減容処理するジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の減容処理装置であって、上記カプセルを載置する基台と、この基台に立設された支持枠体と、この支持枠体に支持されて昇降する内部に上下方向に延びる密閉室の形成された筒状体と、上記密閉室の内壁面に摺接して昇降するピストン部材と、上記枠体に支持されかつ上記ピストン部材を昇降させる昇降手段と、上記筒状体が下降してその下縁部が基台の表面に当接した状態で密閉室内の空気を吸引する脱気手段と、カプセルを基台の筒状体に対向した部分に対して搬入搬出する搬入搬出手段とから構成され、上記密閉室の最大内容積はカプセルよりも若干大きめに容量設定されていることを特徴とするものである。

【0014】本発明の請求項5記載のジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の減容処理装置は、請求項4記載のジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の減容処理装置において、上記筒状体が下降してその下縁部が基台の表面に当接した状態で密閉室内に不活性ガスを供給する不活性ガス供給手段が設けられていることを特徴とするものである。

【0015】

【作用】上記請求項1記載のジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の減容処理方法によれば、搬入工程でジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の封入されているカプセルの搬入された密閉室は、つぎの脱気工程において脱気されて略真空状態にされるため、その後の圧縮

減容工程でカプセルが圧縮減容され、そのとき押し潰されたジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物から発火性を有する粉塵が発生したとしても発火に必要な空気が存在せず上記粉塵の発火が防止される。

【0016】上記請求項2記載のジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の減容処理方法によれば、搬入工程でジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の封入されているカプセルの搬入された密閉室は、つぎの脱気工程において脱気されて略真空状態にされ、さらにその後の不活性ガス供給工程において略真空状態の密閉室に不活性ガスが供給されるため、その後の圧縮減容工程で圧縮され、そのとき押し潰されたジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物から発火性を有する粉塵が発生したとしても、発火に必要な空気の代わりに密閉室内は不活性ガスで充満しており、その結果上記粉塵の発火は有効に防止される。

【0017】上記請求項3記載のジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の減容処理方法によれば、搬入工程でジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の封入されているカプセルの搬入された密閉室は、つぎの不活性ガス供給工程において脱気されて略真空状態にされながら、密閉室に不活性ガスが供給されるため、その後の圧縮減容工程で圧縮され、そのとき押し潰されたジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物から発火性を有する粉塵が発生したとしても、発火に必要な空気の代わりに密閉室内は不活性ガスで充満しており、その結果上記粉塵の発火は有効に防止される。

【0018】上記請求項4記載のジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の減容処理装置によれば、ジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の封入されたカプセルを基台上に載置し、支持枠体に支持された筒状体を下降させることによって、筒状体の内部に形成された、ピストン部材の底面と筒状体の内周面と、基台の表面とに囲繞された密閉室に上記カプセルが密閉状態で収納される。そして、密閉室にカプセルが収納された状態で脱気手段を稼働させることによって密閉室内は脱気されて略真空状態になる。

【0019】従って、上記密閉室内が真空状態で昇降手段を駆動させ、ピストン部材を下降させることによってカプセルは圧縮減容される。そのとき押し潰されたジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物から発火性を有する粉塵が発生したとしても、発火に必要な空気が存在せず上記粉塵の発火は有効に防止される。

【0020】上記請求項5記載のジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の減容処理装置によれば、筒状体が下降してその下縁部が基台の表面に当接した状態で密閉室内に不活性ガスを供給する不活性ガス供給手段が設けられているため、脱気されて略真空状態になった密閉室に不活性ガス供給手段からの不活性ガスを供給すれば、その後カプセルが圧縮減容され、そのとき押し潰された

ジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物から発火性を有する粉塵が発生したとしても、発火に必要な空気の代わりに密閉室内は不活性ガスで充満しており、その結果上記粉塵の発火は有効に防止される。

【0021】

【実施例】本発明の放射性廃棄物の減容処理装置は、ジルコニウム合金からなるジルカロイハルやハードウエアを金属製の筒状容器に装填してプレス装置で容器（カプセル）ごと圧縮して減容する、いわゆるカプセルプレス処理を前提にするものである。

【0022】図1は、本発明に係る減容処理装置の一例を示す縦断面図であり、図2は、図1の平面図である。これらの図に示すように、減容処理装置1は、フロアF上に膨設されたベースB上に据え付けられ、かつ、最下部に基台21を備えた支持枠体2と、この支持枠体2に支持されて昇降する内部に上下方向に延びる密閉室31の形成されたコンテナ（筒状体）3と、上記密閉室31の内壁面に摺接して昇降するピストン部材4と、上記支持枠体2に支持され、かつ、上記ピストン部材を昇降させるシリンダ（昇降手段）41と、上記コンテナ3が下降してその下縁部が基台21の表面に当接した状態で密閉室31内の空気を吸引する脱気手段5と、ジルカロイハルやハードウエアの装填されたカプセルCを基台21のコンテナ3下に対して搬入出する台車（搬入手段）6とから構成されている。

【0023】そして本実施例においては、上記コンテナ3が下降してその下縁部が基台21の表面に当接した状態で密閉室31内に不活性ガスを供給する不活性ガス供給手段7が設けられている。

【0024】図3は、上記減容処理装置の処理対象となる、軽水型原子炉の使用済み燃料集合体の一例を示す側面視の説明図である。この図に示すように、使用済みの燃料集合体Nは、核燃料を封入したジルカロイ製の被覆管N1と、この被覆管N1の上部に設けられた上部ノズルN2と、同下部に設けられた下部ノズルN3と、上記被覆管N1を集合状態で支持する支持格子N4等とから構成されている。

【0025】使用済み燃料の再処理を行うときは、上記のような燃料集合体Nはまず数cm単位の細片に剪断される。そして、剪断された細片は所定の溶解液の充填された溶解槽に投入され、溶解槽内で核燃料物質と、被覆管N1やノズルN2、N3の細片であるいわゆるジルカロイハル等とに分離される。分離された核燃料物質は再利用のため処理工程に送られ、残余のジルカロイハル等は本発明の減容処理装置1によって減容処理され保管される。

【0026】図4は、上記ジルカロイハル等を収納するためのカプセルの一例を示す斜視図である。この図に示すように、カプセルCは、円筒状有底のカプセル本体C1と、このカプセル本体C1の上部開口を閉止する蓋体

C2とから構成されている。カプセル本体C1の胴部には、一例として多数の通気孔C3が穿設されており、カプセルCの内部はこの通気孔C3を介して外部と流通状態になっている。このようなカプセル本体C1内に上記ジルカロイハルが装填され、蓋体C2によって閉止された状態で本発明に係る減容処理装置1によって減容処理が施される。

【0027】本実施例においては、カプセルCは、同本体C1に通気孔C3が設けられ通気構造になっているが、カプセルCが通気構造を有することに限定されるものではなく密閉構造であってもよい。但し、密閉構造の場合は、減容処理装置1によって減容処理する前にカプセル内を予め真空状態にしておくことが好ましい。

【0028】上記支持枠体2は、ベースBの上に固定された平面視が円形の上記基台21と、この基台21に周方向に等間隔で立設された4本の支柱22と、これら支柱22に上下方向の略中間部分で支持された平面視が円形の中間台23と、上記支柱22の頂部に支持された平面視が円形の頂部台24とから構成されている。

【0029】上記基台21、中間台23および頂部台24には周方向に等間隔にそれぞれ4つの貫通穴21a、23a、24aが互いに対向した状態で穿設されており、これらの貫通穴21a、23a、24aに上記支柱22が差し通された状態で基台21、中間台23および頂部台24が互いに結合されている。

【0030】そして、本実施例においては、支柱22は下半分の下部支柱22aと、上半分の上部支柱22bとからなり、これらが中間台23部分で接続されて支柱22が形成されている。下部支柱22aの上下両端部には雄ネジの螺設された上螺装部221aおよび下螺装部222aが形成されているとともに、上螺装部221aの根本部分に貫通穴23aの内径よりも大きい外径を有するフランジ部22cが設けられ、上記上螺装部221aが貫通穴23aに貫装された状態でその端部が中間台23から上方に突出するように寸法設定されている。

【0031】また、上記上部支柱22bの下端部には、上記上螺装部221aに螺着するナット部221bが設けられているとともに、上部支柱22bの上端部には雄ネジの螺設された螺装部222bが設けられており、螺装部222bが貫通穴24aに貫装された状態でその端部が頂部台24から上部に突出するように寸法設定されている。

【0032】そして、下部支柱22aの下螺装部222aが基台21の貫通穴21aに貫装された状態でナット20を螺着し締結するとともに、上螺装部221aが中間台23の貫通穴23aに貫装された状態で上部支柱22bのナット部221bを螺着締結し、さらに螺装部222bが頂部台24の貫通穴24aに貫装された状態でナット20で締結することによって、ベースB上に支持枠体2が組み立てられた状態になる。

【0033】このような支持枠体2の基台21の中央部には、真中にテーブル21cの凸設された受け台21bが設けられている。また、この受け台21bに台車6を案内する一対のレール6aが敷設されており、この一対のレール6aに案内されてカプセルCを搭載した台車6が受け台21b上に入出するようになっている。上記一対のレール6a間の距離はコンテナ3の外径よりも大きく寸法設定されており、コンテナ3が基台21上に下降しても互いに干渉し合わないようになっている。

【0034】上記中間台23にはコンテナ3を昇降させるための少なくとも一対の昇降シリンダ32が設けられている。この昇降シリンダ32のシリンダロッド33は、中間台23に上下方向に貫設されたロッド孔23bを介して中間台23の下部に突出され、コンテナ3の上部に連結されている。従って、昇降シリンダ32を駆動させてシリンダロッド33を出没させることにより、コンテナ3は昇降するようになっている。

【0035】上記シリンダロッド33のストロークは、上方の待機位置にあるコンテナ3の下端縁部が受け台21bに当止するまでの距離になるように寸法設定されている。また、シリンダロッド33の中間台23から下部に突出している部分には可撓管33aが装着され、シリンダロッド33の上下動に追従して上記可撓管33aは伸縮するようになっており、シリンダロッド33の表面が外気に曝されるのを防止している。

【0036】上記コンテナ3の密閉室31は、上下に貫通した垂直穴によって形成されており、内周面は滑らかに仕上げられている。このピストン部材4の下部ヘッド42が垂直穴に摺接状態で嵌入され、その下面部とコンテナ3の内周面とによって囲繞された空間で実質的な密閉室31が形成されている。そして、台車6が受け台21b上に位置していない状態でコンテナ3が下降されると、密閉室31の下部開口部の内周面がテーブル21cの外周面に摺接状態で外嵌し、密閉室31の気密性が有効に保持されるように寸法設定されている。

【0037】そして、さらに密閉室31の気密性を良好なものにするために、コンテナ3の下端縁部には環状のシール部材34が設けられており、コンテナ3が基台21のレベルまで下降した状態でシール部材34が受け台21bの上面に当止するようになっている。

【0038】また、コンテナ3の上部にはピストン部材4に外嵌されたリング体35が設けられ、さらにこのリング体35の上部に可撓管35aがピストン部材4を取り囲むように設けられている。この可撓管35aの上部内周面はピストン部材4の外周面に摺接されている。

【0039】そして、リング体35の下端面とコンテナ3の上端面との間にも環状のシール部材35bが介在され、密閉室31の上部の気密性が確保されるようになっている。本実施例では、上記シール部材34、35bはいずれもゴム製のOリングが採用されているが、ゴム製

のＯリングに限定されるものではなく、金属製のＯリング等を用いてもよい。またそれらを組み合わせて用いてもよい。

【0040】 つぎに、リング体35とピストン部材4との相だのシール構造について説明する。上記ピストン部材4は、頂部台24の上面に固定された押圧シリンダ41から、頂部台24のドーナツ穴24bおよび中間台23の中心穴23cを介して下方に垂下され、その下部ヘッド42が密閉室31内に嵌入されている。従って、押圧シリンダ41を駆動させてピストン部材4を介して下

部ヘッド42を昇降させることにより、実質的に密閉室31の容量が変更されるようになっている。

【0041】 上記押圧シリンダ41の下部にはピストン部材4を包囲するように蛇腹管43が設けられている。この蛇腹管43は、密閉室31の昇降に応じて伸縮するようになっており、押圧シリンダ41内の気密性の維持および粉塵侵入防止に貢献している。また、ジャバラ間43の代わりに、リング体内周面とピストンとの間をピストンリング等でシールしてもよい。さらには、ピストンリングを上下方向に複数個取り付け、これらのピストンリング間を真空ポンプで吸引する、いわゆるダイナミックシール法を採用してもよい。

【0042】 上記密閉室31の最大内容積はカプセルC若干大きめに容量設定されている。従って、テーブル21c上の定位位置に運ばれたカプセルCに向かいコンテナ3が下降されると、カプセルCは密閉室31内に完全に収容され、かつ、コンテナ3の密閉室31の開口部分の内周面がテーブル21cの外周面に当接し、さらにコンテナ3の下端縁部が受け台21bの表面に当接した状態になる。

【0043】 上記脱気手段5は、テーブル21cの側面に開口部51aを有する脱気通路51と、この脱気通路51の途中に設けられたストップ弁52およびエアフィルタ53と、ストップ弁52の上流側（開口部51aとストップ弁52との間）に脱気通路51から分岐されたストップ弁511を有する放散管510と、エアフィルタ53の下流側の脱気通路51に接続された真空ポンプ54とから構成されている。

【0044】 なお、図面では図示の関係上、上記開口部51aはテーブル21cの表面に密閉室31の下部開口に対向した状態で描いているが、このようにすると、カプセルCの底面で上記開口部51aが塞がれ、良好な吸引が行われなくなるおそれがあるため、実際はテーブル21cの外周面に開口部が設けられている。

【0045】 従って、コンテナ3が基台21上まで下降され、かつ、ストップ弁511は閉止状態、ストップ弁52は開通状態で真空ポンプ54を駆動させると、コンテナ3の密閉室31内の空気は開口部51aから脱気通路51を介して吸引され、エアフィルタ53で清浄化された後、真空ポンプ54を通過して外部に排出され、その

結果密閉室31内は真空状態になる。

【0046】 上記不活性ガス供給手段7は、テーブル21cの側面に開口部71aを有するガス供給通路71と、このガス供給通路71の途中に設けられたストップ弁72と、このストップ弁72の上流側のガス供給通路71上に設けられた減圧弁73と、さらにこの減圧弁73の上流側に設けられた不活性ガスタンク74とから構成されている。上記減圧弁73は不活性ガスタンク74から供給される不活性ガスの圧力を所望の値に調節するためのものである。

【0047】 なお、図面では図示の関係上、上記開口部71aはテーブル21cの表面に密閉室31の下部開口に対向した状態で描いているが、このようにすると、カプセルCの底面で上記開口部71aが塞がれ、良好なガス供給が疎外されるおそれがあるため、実際はテーブル21cの外周面に開口部が設けられている。

【0048】 従って、コンテナ3が基台21上まで下降され、真空ポンプ54の駆動により密閉室31内が真空にされた状態でストップ弁52を閉止し、ストップ弁72を開通させると、不活性ガスタンク74内の不活性ガスは減圧弁73によって所定の正圧力に調節された後ガス供給通路71を通過して開口部71aから密閉室31内に供給され、ストップ弁511を開にすれば密閉室31内に残存している希少酸素がストップ弁511から排出され、密閉室31内は不活性ガスで充満される。なお、ストップ弁511が閉で、かつ、真空ポンプ54の作動中であるときは、密閉室31内が高真空状態ではない場合でも、ストップ弁72を開通することにより、密閉室31内の空気は不活性ガスに置換される。

【0049】 以上詳述した減容処理装置を用いる本発明に係る減容処理方法につき図5～図8を基に説明する。なお、この実施例の減容処理方法は、不活性ガスを用いない方法であるため、図5～図8においては不活性ガス供給手段の図示を省略している。

【0050】 図5は、カプセルを、カプセルよりも若干大きい容量を有する密閉室に搬入する搬入工程を示す説明図であり、(イ)はカプセルが台車によって減容処理装置に搬入されつつある状態、(ロ)は台車上のカプセルがコンテナの密閉室に装填されつつある状態をそれぞれ示している。

【0051】 図6は、カプセルの搬入された密閉状態の密閉室内の空気を吸引して密閉室内を略真空にする脱気工程を示す説明図であり、(ハ)は台車が後退してカプセルがテーブル上に載置された状態、(ニ)は密閉室内にカプセルが密閉された状態で密閉室内が脱気処理されている状態をそれぞれ示している。

【0052】 図7は、略真空状態の密閉室の容量を減少させてカプセルを圧縮し減容する圧縮減容工程を示す説明図であり、(ホ)はピストン部材の下降によって圧縮減容されている状態、(ヘ)は減容後のコンテナが密閉

室に保持された状態でコンテナが上昇した状態をそれぞれ示している。

【0053】図8は、減容したカプセルを密閉室から搬出する搬出工程を示す説明図であり、(ト)はテーブル上に位置した台車上に減容カプセルを搭載しつつある状態、(チ)は台車が減容処理装置から系外にカプセルを搬出している状態をそれぞれ示している。

【0054】まず、上記搬入工程においては、図5の(イ)に示すように、カプセルCの搭載された台車6がレール6a上を減容処理装置1の方向に走行させられる。そして、台車6上に搭載されたカプセルCは基台21の中央部のテーブル21cに対応した位置まで運び込まれる(図1の状態)。この状態では、台車6上のカプセルCはコンテナ3の密閉室31の下部開口に対向した状態になっている。

【0055】その後、昇降シリンダ32および押圧シリンダ41を同期させた状態で駆動させ、シリンダロッド33およびピストン部材44を全ストローク量の略半分程度下方に突出させると、シリンダロッド33の先端部に連結されたコンテナ3は下降し、図5の(ロ)に示すように、カプセルCの上半分程度が密閉室31の中に没入した状態になる。

【0056】つぎに、上記脱気工程においては、まず図6の(ハ)に示すように、カプセルCを載置した台車6をレール6a上を減容処理装置1から離れる方向に移動させる。そうすると、カプセルCの上部は密閉室31に嵌入して水平方向の移動が規制された状態になっているため、台車6のみがカプセルCを残して移動する。そして台車6の支持がなくなるとカプセルCは自重で落下し、テーブル21c上に載置された状態になる。

【0057】この状態で昇降シリンダ32を駆動させてシリンダロッド33を全ストローク分下降させるとともに、押圧シリンダ41を駆動させてピストン部材4の下部ヘッド42の下面部がカプセルCの蓋体C2に当接するまで下降させると、密閉室31はカプセルCを内部に装填した状態で、図6の(ニ)に示すように、下部ヘッド42の下面部と、密閉室31の内周面と、テーブル21cの上面部とに囲繞され、外部と遮断された密閉状態になる。

【0058】そして、密閉室31の密閉状態で脱気手段5の真空ポンプ54を稼働させると、密閉室31内の空気は脱気通路51を介して吸引され、密閉室31内は真空状態になる。そして、通気孔付きのカプセルの場合は、カプセル本体C1には多数の通気孔C3が穿設されているため、この通気孔C3を介してカプセルC内の空気も吸引されるため、カプセルC内のジルカロイハルやハードウエアが装填されている空間も真空状態になる。

【0059】そして、上記真空ポンプ54による脱気操作の後、密閉室31内およびカプセルC内が所定の真空度の脱気状態になってから、図7に示した圧縮減容工程

が実行される。すなわち、まず図7の(ホ)に示すように、押圧シリンダ41が駆動されてピストン部材4が下降し、このピストン部材4の下部ヘッド42によってカプセルCはベレット状に押し潰され、カプセルCの減容処理が完了する。そして、カプセルCの減容処理が完了すれば、真空ポンプ54の駆動を停止する。

【0060】上記カプセルCの圧縮処理時にはカプセルC内のジルカロイハル等から多量のファインが発生するが、密閉室31内は真空状態であるため、上記ファインの発火は有効に阻止される。

【0061】その後、図7の(ヘ)に示すように、昇降シリンダ32および押圧シリンダ41を同期させた状態で駆動させ、シリンダロッド33およびピストン部材4を台車6の厚み分よりも若干多めに上昇させる。そうすると、押し潰された圧縮カプセルC'は、その外周面が密閉室31の内周面に密着しているため、コンテナ3の上昇に伴って上昇し、圧縮カプセルC'の底面と基台21との間に台車6の進入可能な空間が形成される。そしてこの空間に台車6が進入される。

【0062】つぎの搬出工程においては、上記図7の(ヘ)の状態から、昇降シリンダ32を駆動させない状態で押圧シリンダ41のみを駆動させ、ピストン部材4を下降させる。そうすると、ピストン部材4の下部ヘッド42が密閉室31内に収納されている圧縮カプセルC'を下方に押圧するため、圧縮カプセルC'は下方に押し出されて、図8の(ト)に示すように、台車6上に搭載された状態になる。

【0063】この状態で、昇降シリンダ32および押圧シリンダ41を駆動させてシリンダロッド33およびピストン部材4を上昇させると、図8の(チ)に示すように、台車6上の圧縮カプセルC'は搬出可能状態になるため、台車6を移動させて系外に搬出し、減容処理の1サイクルが終了する。

【0064】本発明のジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の減容処理方法は、以上詳述したように、脱気工程において、カプセルCが装填された密閉室31内の空気を脱気し、真空状態にするものであるため、減容圧縮工程においてカプセルCがピストン部材4により押し潰され、そのときに発火性の著しいジルカロイファインが多量に発生したとしても、酸素の供給がないため発火が防止され、安全にカプセルCの減容処理を行うことが可能になる。

【0065】しかも、コンテナ3の密閉室31の容量は、カプセルCの体積よりも若干大きめに寸法設定されているため、小容量の脱気処理で対応することが可能であり、従来の水中で圧縮するものや、減容処理装置1が設けられる装置室全体を真空または不活性ガス雰囲気状態にするものに比べて、装置の小型化および簡素化を図ることができ、設備投資の面で極めて有利である。

【0066】つぎに、図1に示す不活性ガス供給手段7

を利用した、他の実施例の減容処理方法について説明する。この例の場合は、図6の(二)の脱気工程において、略真空状態の密閉室31内に不活性ガスを供給する不活性ガス供給工程が付加される。具体的には、密閉室31内が略真空状態になったときに、ストップ弁52が閉止され、その後真空ポンプ54の運転が停止される。この状態でストップ弁72が開放される。そうすると、不活性ガスタンク74内の不活性ガスがガス供給通路71を介して密閉室31内に供給され、密閉室31内は不活性ガスで充填されるようになる。

【0067】そして、密閉室31内が不活性ガスの充填によって正圧(大気圧以上)になった状態でストップ弁511を開放するとともに、不活性ガスタンク74からの不活性ガスの供給を継続すると、密閉室31内に残留していた空気がほとんど不活性ガスに置換された状態になる。この状態で押圧シリンダ41を駆動させてカプセルCの圧縮減容処理を行えば、ジルカロイファインの発生があっても不活性ガス雰囲気中であり、上記ファインの発火は有効に抑止される。

【0068】そして、この実施例においては、密閉室31内の真空脱気後に密閉室31内に不活性ガスを送り続けることによって、密閉室31内の真空度をそれ程大きなものにすることなく、残留した空気を有効に不活性ガスに置換することが可能であり、あえて高性能の真空ポンプ54を用いる必要はなく、設備コストを低減させる上で好都合である。

【0069】また、真空ポンプ54の駆動により、密閉室31内の真空脱気継続中に、ストップ弁72を開通して不活性ガスを送り続けることによって、密閉室31内の真空度をそれ程大きなものにすることなく、残留した空気を有効に不活性ガスに置換することが可能であり、こうすることによって、上記同様に高性能の真空ポンプ54を用いる必要がなく、設備コストを低減させる利点がある。

【0070】

【発明の効果】本発明の請求項1記載のジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の減容処理方法によれば、搬入工程でジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の封入されているカプセルの搬入された密閉室は、つぎの脱気工程において脱気されて略真空状態にされるため、カプセルがその後の圧縮減容工程で圧縮され、そのとき押し潰されたジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物から発火性を有する粉塵が発生したとしても発火に必要な空気が存在せず、従って、上記粉塵の発火は有効に阻止される。

【0071】また、密閉室の容量は、カプセルの体積よりも若干大きめに寸法設定されているため、小容量の脱気処理で対応することが可能であり、従来の中水で圧縮するものや、減容処理装置が設けられる装置室全体を真空または不活性ガス雰囲気状態にするものに比べて、装

置の小型化および簡素化を図ることができ、設備コストの低減を図る上で極めて好都合である。

【0072】本発明の請求項2記載のジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の減容処理方法によれば、搬入工程でジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の封入されているカプセルの搬入された密閉室は、つぎの脱気工程において脱気されて略真空状態にされ、さらにその後の不活性ガス供給工程において略真空状態の密閉室に不活性ガスが供給されるため、カプセルがその後の圧縮減容工程で圧縮され、そのとき押し潰されたジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物から発火性を有する粉塵が発生したとしても、発火に必要な空気の代わりに密閉室内は不活性ガスで充填しており、その結果上記粉塵の発火は有効に阻止される。

【0073】本発明の請求項3記載のジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の減容処理方法によれば、搬入工程でジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の封入されているカプセルの搬入された密閉室は、つぎの不活性ガス供給工程において脱気されて略真空状態にされながら、密閉室に不活性ガスが供給されるため、その後の圧縮減容工程で圧縮され、そのとき押し潰されたジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物から発火性を有する粉塵が発生したとしても、発火に必要な空気の代わりに密閉室内は不活性ガスで充填しており、その結果上記粉塵の発火は有効に防止される。

【0074】そして、上記真空脱気中または脱気後に密閉室内に不活性ガスを送り続けることによって、密閉室内の真空度をそれ程大きなものにすることなく、残留した空気を有効に不活性ガスに置換することが可能であり、あえて高性能の真空ポンプを用いる必要はなく、設備コストを低減させる上で好都合である。

【0075】本発明の請求項4記載のジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の減容処理装置によれば、ジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の封入されたカプセルを基台上に載置し、支持枠体に支持された筒状体を下降させることによって、筒状体の内部に形成された、ピストン部材の底面と筒状体の内周面と、基台の表面とに囲繞された密閉室に上記カプセルが密閉状態で収納される。そして、密閉室にカプセルが収納された状態で脱気手段を稼働させることによって密閉室内は脱気されて略真空状態になる。

【0076】従って、上記密閉室内が真空状態で昇降手段を駆動させ、ピストン部材を下降させることによってカプセルは圧縮減容される。そのとき押し潰されたジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物から発火性を有する粉塵が発生したとしても、発火に必要な空気が存在せず上記粉塵は有効に阻止される。

【0077】また、密閉室の容量は、カプセルの体積よりも若干大きめに寸法設定されているため、小容量の脱気処理で対応することが可能であり、従来の中水で圧縮

するものや、減容処理装置が設けられる装置室全体を真空または不活性ガス雰囲気状態にするものに比べて、装置の小型化および簡素化を図ることができ、設備コストの低減を図る上で極めて好都合である。

【0078】上記請求項5記載のジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物の減容処理装置によれば、筒状体が下降してその下縁部が基台の表面に当接した状態で密閉室内に不活性ガスを供給する不活性ガス供給手段が設けられているため、脱気されて略真空状態になった密閉室内に不活性ガス供給手段からの不活性ガスを供給すれば、その後カプセルが圧縮減容され、そのとき押し潰されたジルコニウム合金を含む放射性金属廃棄物から発火性を有する粉塵が発生したとしても、発火に必要な空気の代わりに密閉室内は不活性ガスで充満しており、その結果上記粉塵の発火は有効に阻止される。

【0079】また、密閉室内に不活性ガスを送り続けることによって、密閉室内の真空度をそれ程大きなものにすることなく、残留した空気を有効に不活性ガスに置換することが可能であり、あえて高性能の真空ポンプを用いる必要はなく、設備コストを低減させる上で好都合である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る減容処理装置の一例を示す縦断面図である。

【図2】図1の平面図である。

【図3】減容処理装置の処理対象となる、軽水型原子炉の使用済み燃料集合体の一例を示す側面視の説明図である。

【図4】ジルカロイハル等を収納するためのカプセルの一例を示す斜視図である。

【図5】カプセルを密閉室に搬入する搬入工程を示す説明図であり、(イ)はカプセルが台車によって減容処理装置に搬入されつつある状態、(ロ)は台車上のカプセルがコンテナの密閉室に装填されつつある状態をそれぞれ示している。

【図6】カプセルの搬入された密閉状態の密閉室内の空気を吸引して密閉室内を略真空にする脱気工程を示す説明図であり、(ハ)は台車が後退してカプセルがテーブル上に載置された状態、(ニ)はカプセルが装填され密閉室内が脱気処理されている状態をそれぞれ示している。

【図7】略真空状態の密閉室の容量を減少させてカプセ

ルを圧縮し減容する圧縮減容工程を示す説明図であり、

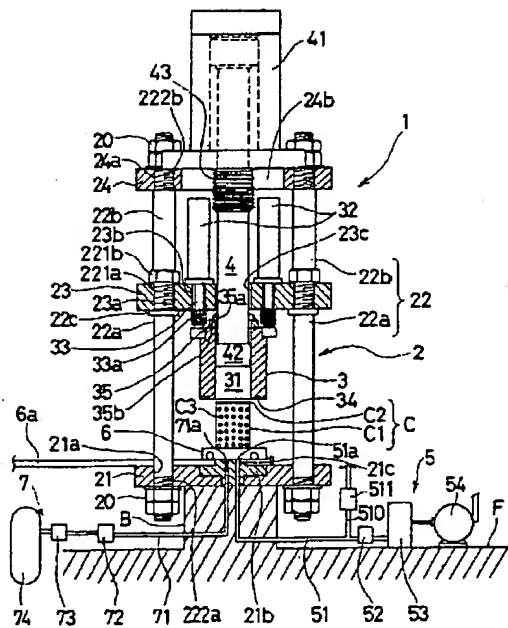
(ホ)はピストン部材の下降によってコンテナが圧縮減容されている状態、(ヘ)は減容後のコンテナが密閉室に保持された状態でコンテナが上昇した状態をそれぞれ示している。

【図8】減容したカプセルを密閉室から搬出する搬出工程を示す説明図であり、(ト)はテーブル上に位置した台車上に減容カプセルを搭載し終った状態、(チ)は台車によってカプセルが減容処理装置から系外に搬出されつつある状態をそれぞれ示している。

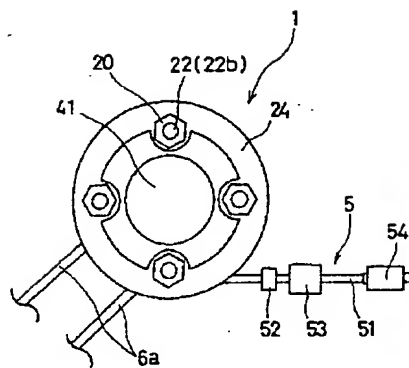
【符号の説明】

1 減容処理装置	2 支持枠体
21 基台	21a 貫通穴
21b 受け台	21c テーブル
22 支柱	22a 下部支柱
221a 上螺装部	222a 下螺装部
22b 上部支柱	221b ナット部
222b 螺装部	22c フランジ部
23 中間台	23a 貫通孔
23b ロッド孔	23c 中心穴
24 頂部台	24a 貫通孔
24b ドーナツ穴	3 コンテナ
31 密閉室	32 昇降シリンダ
33 シリンダロッド	33a 可撓管
34 シール部材	35 リング体
35a 可撓管	35b シール部材
4 ピストン部材	41 押圧シリンダ
42 下部ヘッド	43 蛇腹管
5 脱気手段	51 脱気通路
510 放散管	511 ストップ弁
52 ストップ弁	53 エアフィルタ
54 真空ポンプ	6 台車
6a レール	7 不活性ガス供給手段
71 ガス供給通路	72 ストップ弁
73 減圧弁	74 不活性ガスタンク
C カプセル	C1 カプセル本体
C2 蓋体	C3 通気孔
F フロア	B ベース
N 燃料集合体	N1 被覆管
N2 上部ノズル	N3 下部ノズル
N4 支持格子	

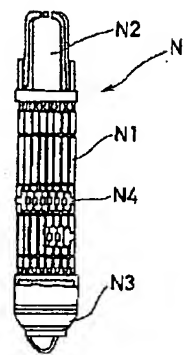
【図1】



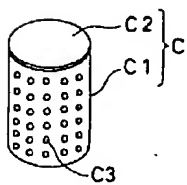
【図2】



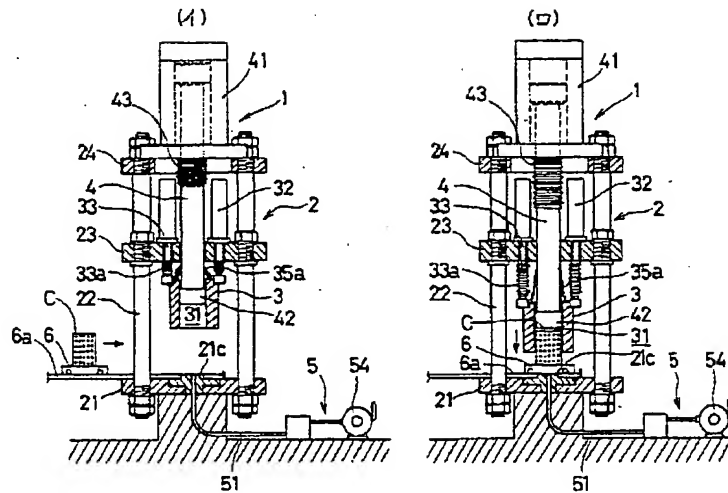
【図3】



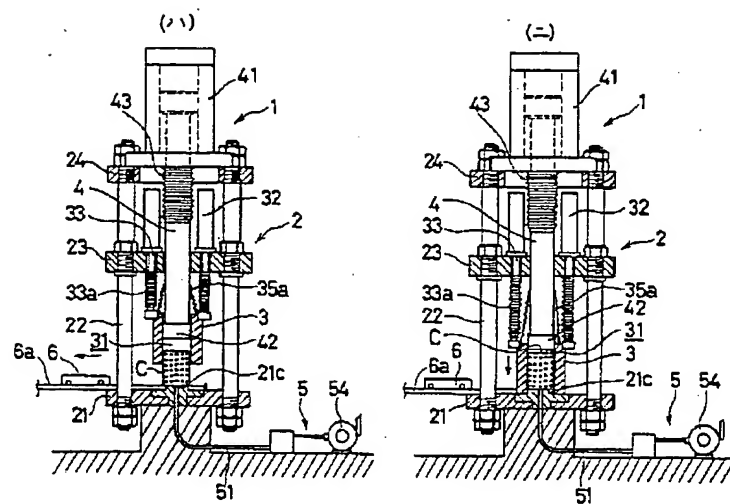
【図4】



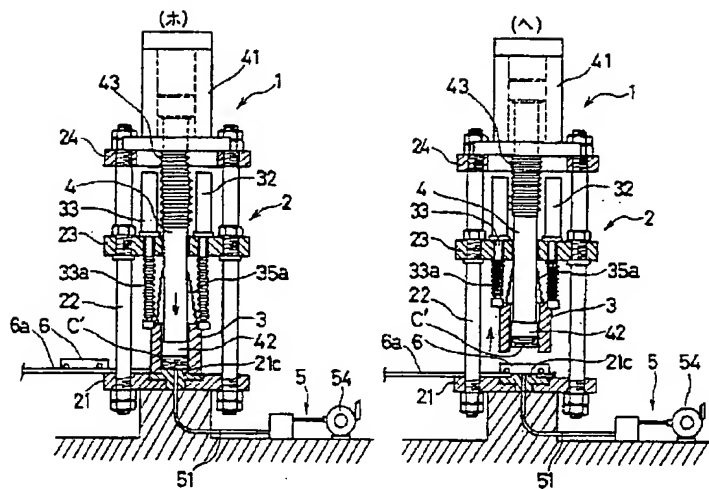
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

